Arnaldoa 15(1): 07 - 16
2008

ISSN: 1815-8242

Colacium vesiculosum Ehrenberg, euglenoide simbionte, primer registro para la flora Peruana. II

Colacium vesiculosum Ehrenberg, symbiont euglenoid, first record for the Peruvian flora. II

Haydee Montoya Terreros, José Gómez Carrión, Mauro Mariano Astocondor & Mario Benavente Palacios

Laboratorio de Simbiosis Vegetal. Museo de Historia Natural. UNMSM. Av. Arenales 1256. Apartado 14-0434. Lima 14. PERÚ. haydmon@yahoo.com; jardinbe@unmsm.edu.pe;mmarianoa@unmsm.edu.pe; mjbenaventep@yahoo.com

Resumen

Los humedales costeros de Puerto Viejo están localizados al sur del departamento de Lima. La poza de Lagartijas de la Laguna La Bruja y la poza Batis fueron muestreados en forma irregular siguiendo la metodología de colección algal estándar (red de fitoplancton) entre 2001 y 2003. Los parámetros fisico químicos (pH, salinidad:NaCl y temperatura) fueron registrados simultáneamente en los humedales citados que presentaron un régimen hídrico fluctuante con periodos de inundación y sequía. El euglenoide simbionte *Colacium vesiculosum* de las comunidades planctónicas constituye un nuevo registro para la flora algal Peruana. Esta especie presenta dos estados en su ciclo de vida, el mótil y el sésil. El estado mótil con un flagelo emergente llegó a fijarse por el extremo apical al copépodo *Cyclops sp*. El euglenoide epibionte pedunculado demostró variación polimórfica en las poblaciones naturales debido a su plasticidad celular (metabolia). Colonizó habitats eutróficos con un rango de pH de 7 a 8, gradiente de salinidad de 2,5 a 6 ppm y temperatura del agua entre 18° y 39°C. El incremento en la diversidad de habitats de euglenoides es complejo por las interacciones bióticas que presentan y la habilidad de la especie para adaptarse a las gradientes de salinidad en los fluctuantes humedales costeros.

Palabras claves: epibionte, estado sésil, metabolia, variación polimórfica.

Abstract

The coastal wetlands of Puerto Viejo are located at south of Lima department. Lagartijas pool from Laguna La Bruja and the Batis pool were irregularly sampling following the algal standard collection (phytoplankton red) between 2001-2003. Physical - chemical parameters (pH, salinity: NaCl, and temperature) were registered simultaneously in those wetlands with annual fluctuating hydric regime with flooding and desiccation periods. The symbiont euglenoid *Colacium vesiculosum* from planktonic communities was a new records for the Peruvian algal flora. This species showed two stages in its life cycle, the motile and the sessile ones. Motile stage with an emergent flagella became attached by the apical end to the copepod *Cyclops sp*. This epibiont stalked euglenoid showed polymorphic variation in natural populations due to cell plasticity (metaboly). It colonized eutrophic habitats with pH range between 7 and 8, salinity gradient of 2,5 to 6 ppm and the water temperature range from 18° to 39°C. Increase in euglenoid diversity habitats became complex with the biotic interactions and the species ability to adapt to salinity gradients in the fluctuating coastal wetlands.

Key words: epibiont, sessile stage, metaboly, polymorphic variation,

Introducción

Las algas presentan una variedad de interacciones bióticas. Ellas están involucradas en varios tipos de relaciones mutualísticas como las simbióticas que confieren ventajas a las partes. La simbiosis mutualística involucra dos partes contribuyendo a su sobrevivencia y proporcionando condiciones adecuadas para su crecimiento y reproducción. Las asociaciones mutualistas mantienen condiciones

ambientales estables a microescala necesarias para sobrevivir. La estrecha relación de células con características fisiológicamente diferentes y afinidades filogenéticas distantes como ocurre en la simbiosis entre plantas y animales aun constituye una interrogante como asociaciones bióticas (Canter-Lund & Lund, 1995; Graham & Wilcox, 2000; Rosowski, 2003).

Colacium es un género de euglenoide colonial que puede estar estrechamente relacionado con los géneros de euglenoides loricados *Trachelomonas* y *Strombomonas* debido a que el estuche mucilaginoso que rodea las células son similares a aquellas que preceden a la formación de las loricas y por la similitud en la estructura del plastidio según Brown et al (2003). Ellos observaron que los plastidios se dividen durante la fase inicial de la etapa luminosa después de la división celular y los pirenoides estan reducidos o ausentes durante la división de los plastidios. El patrón de desarrollo de la replicación de los plastidios sugirió que las especies comparten un ancestro común reciente con miembros del genero *Euglena* subgénero *Calliglena*. El fitoflagelado *Colacium* puede ser epibionte o epibióntico en rotíferos o artrópodos acuáticos ya sea larvas (estado naupliar) o adultos (Taylor, 1973; Walne, 1980; Reisser, 1992).

La evaluación de la flora euglenoide es necesaria por su relevancia en la biodiversidad global y por su rol en los humedales. Con el objetivo de contribuir al conocimiento de los euglenoides se describe la bioecología del fitoflagelado epibionte *Colacium vesiculosum* reconociendo sus fases vegetativas y reproductivas en poblaciones naturales así como su flora asociada en los humedales costeros de Puerto Viejo.

Material y Métodos

Colecciones algales planctónicas en la poza de Lagartijas de la laguna La Bruja, y en poza Batis de los humedales de Puerto Viejo (sur de la ciudad de Lima) fueron realizadas en forma irregular entre 2001 y 2003 mediante una red de fitoplancton estándar Aqua-Net selectiva (15 um de diámetro de malla). El registro de los parámetros físico químicos (pH, salinidad, temperatura) de muestras de la columna de agua se realizó «in situ» simultáneamente con las colecciones. El pH fue obtenido mediante varillas analíticas indicadoras de Merck. La medición de la salinidad (ppm) se realizó mediante un salinometro AO T/C. La medición de la temperatura del agua fue realizada mediante un termómetro de inmersión. Montajes en láminas portaobjetos cóncavas facilitaron la observación y toma de microfotografías de diferentes posiciones celulares y estadíos secuenciales del ciclo de vida del euglenoide en poblaciones naturales que constituyeron referencias valorables para su identificación a nivel de especie.

La evaluación cualitativa microscópica de las diferentes comunidades algales planctónicas fué realizada en un microscopio compuesto para la obtención de los datos morfométricos. Submuestras fueron obtenidas para la fijación respectiva con formaldehido (formalina) al 5% y lugol permitiendo así su preservación y conservación (Lind 1979).

Las euglenofitas han sido clasificadas siguiendo la bibliografía especializada de Huber – Pestalozzi (1955); Leedale (1967), Tell & Conforti (1986) y Dillard (2000). Las muestras algales se encuentran depositadas en el laboratorio de Simbiosis Vegetal del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Resultados

Area de estudio

Los humedales de Puerto Viejo pertenecen a los distritos de San Antonio y Chilca de la provincia de Cañete del departamento de Lima. El área de estudio se ubica entre los 70 y 73 km de la Panamericana sur limitando al lado oeste con el Océano Pacífico. El distrito de San Antonio que incluye la mayoría de los cuerpos de agua limita hacia el este con el de Santa Cruz de Flores. Entre los ecosistemas acuáticos de los humedales, con fluctuaciones hídricas anuales

(inundaciones y sequía), que fueron muestreados tenemos:

Laguna La Bruja

Esta laguna limita al norte con el cerro La Bruja y al sur con la confluencia de la carretera Panamericana sur nueva y antigua que le da la forma triangular en el límite sur. Las coordenadas geográficas correspondientes son de 12° 33' 23,09" de latitud sur y 76°42' 40,37" de longitud oeste (Fig.1). Se reconoció el afloramiento de aguas freáticas en otoño e invierno que conllevan a las máximas dimensiones de la laguna superficial con una profundidad de 0,50 – 2,5 m. En época de inundación se visualizan los montículos del gramadal sobresaliendo en el espejo de agua y que sirven como islas para el descanso de las aves migratorias. El rango de pH de la laguna estuvo entre 8 y 9 y el de salinidad entre 6 y 18 ppm. La temperatura mínima del agua fué de 18°C en julio (9,30 am) y temperatura máxima del agua registrada de 39°C en marzo (12,30 pm). Sin embargo, considerando los datos integrados de la laguna La Bruja y las pozas que se forman en su lecho en etapa de sequía, se registró un rango de salinidad de 5 a 71 ppm y pH de 7,5 a10. El espejo de aguas transparentes permitió reconocer periodicamente las comunidades sumergidas y plantas anfibias como los parches relacionados con los microhábitats originados principalmente por *Ruppia maritima*, *Rhizoclonium hieroglyphicum*, *Enteromorpha intestinalis* y el fitoplancton. Entre las pozas formadas a orillas de la Laguna La Bruja tenemos:

Poza de Lagartijas

Poza localizada en el lado noroeste de la laguna La Bruja con las coordenadas geográficas12° 33' 27,60" de latitud sur y 76°42' 42,75" de longitud oeste. La poza estuvo rodeada de vegetación xerohalófila como *Distichlis spicata* y *Sesuvium portulacastrum*. En la etapa de desecación esta rodeada de tallos y talos plomizo blanquesinos de las macrofitas *Ruppia maritima* y *Chara sp.* por su exposición a la intensa radiación. Esta poza de fondo arenoso en condiciones de desecación permite reconocer la población piscícola en estado de estrés que se alimentan de microalgas y detritus principalmente. A fines de verano (marzo) es visitada por lagartijas por ser muy pocos los cuerpos de agua asequibles para su sobrevivencia. El rango de salinidad fue de 6 a 23 ppm y el pH estuvo entre 8 y 8,5. (Fig.2).

Poza Batis

Este ecosistema casi permanente pertenece a la Laguna Las Vacas y esta tipificado por la presencia de la xerófita suculenta *Batis maritima* (Batidaceae) que forma matas arbustivas en las áreas circundantes a la poza asociada principalmente con *Typha angustifolia* y *Schoenoplectus americanus*. Las coordenadas geográficas de la zona de muestreo correspondieron a los 12°34' 02.57" de latitud sur y 76°42' 13.68" de longitud oeste. El rango de pH osciló entre 7 y 8,5 y la salinidad estuvo entre 1 y 10 ppm. La salinidad mayor fue alcanzada a comienzos del otoño (abril), correspondiendo las más bajas a la época de inundación (junio – noviembre). La máxima temperatura fue de 23 °C en noviembre.

Clasificación Taxonómica

Euglenophyta

Euglenophyceae

Colaciales

Colaciaceae

Colacium Ehrenberg

Colacium vesiculosum Ehrenberg

Caracterización bioecológica

Colacium vesiculosum Ehrenberg

Fitoflagelado verde con dos fases en su ciclo de vida, una libre unicelular y otra sésil unicelullar o colonial. Células de formas variadas, ovoides, elongadas o piriformes. Algunas de ellas se expanden y contraen tornandose redondeadas exhibiendo su polimorfismo mucho mas notorio durante el

movimiento euglenoide (metabolia). Células rodeadas de un estuche delgado y mucilaginoso. Ellas pueden formar agregados celulares con células aglutinadas por sus extremos apicales redondeados dando la apariencia estrellada en conjunto. Cloroplastos discoidales, ovoides parietales, de 4 a 8. Cuerpos de paramilon ovoides, pequeños y numerosos. Estigma anterior ovoide. Flagelo anterior emergente de 36,4 a 40,7 um de longitud, aproximadamente de 1 ¾ a 2 veces la longitud celular. Células mótiles de 11,8 a 25 um de longitud por 8,6 a 11,2 um de diámetro. Las células redondeadas alcanzaron de 10,2 – 13,9 um de diámetro (Fig. 4).

Las células libres de *C. vesiculosum* llegaron a ser sésiles o sedentarias al liberar el flagelo y fijarse por el extremo anterior. El pedúnculo del euglenoide sésil es corto, formado en el ápice anterior de la célula. Inicialmente las células secretan un pedúnculo mucilaginoso, hialino, corto que llega a alcanzar de 2 – 2,8 um de longitud con base discoidal ensanchada como un minidisco de fijación pardo o incoloro, de 3,2 – 4,3 um de diámetro. Posteriormente desarrollaron células en pares con ramificación de pedúnculo. La dicotomía del pedúnculo se produjo cuando las células que llegaron a fijarse y desarrollaron un pedúnculo corto se dividieron. Cada célula hija secreta su pedúnculo mucilaginoso adherido y extiende el pedúnculo original. De esta manera, nuevos pedúnculos son formados cuando las divisiones son contiguas. Las células sésiles pueden desprenderse de sus pedúnculos y volver a fase mótil. Esta especie que se adhiere por si misma a una superficie demostró su selectividad por el sustrato (*Cyclops sp.*).

Células sésiles, aisladas, en pares o formando agregados formando masas radiales. Estas células ovoides, fusiformes, elongadas alcanzaron de 11 a 27 um de longitud por 7,5 a 11,8 um de diámetro (Figs. 3; 5-7).

Habitat: Planctónica en aguas verdosas parduscas. Ellas se establecieron en forma aislada o densamente como epibionte en la cutícula (exoesqueleto) de invertebrados como artrópodos acuáticos es decir sobre el cuerpo o apéndices (setas) del microcrustáceo planctónico como el copépodo cyclopoide *Cyclops sp.* en aguas de pH entre 7 y 8, salinidad de 2,5 a 6 ppm y temperatura del agua de 18° a 39°C.

El incremento de individuos epibiontes en la superficie de copépodos se reconoció por la fijación de la fase móvil donde se observó la pérdida de la fase planctónica. De esta manera en el inicio del periodo de colonización en una nueva superficie (exoesqueleto) fue importante por la cantidad de células libres restantes.

Especie asociada con *Scenedesmus bijuga, Lyngbya diguetti, Cyclotella meneghiana, Spirogyra fuellebornei, Tetraedron minimum* y *Synedra sp.*

Material de estudio: Laguna La Bruja, poza La Lagartija (1182) y poza Batis (1243)

Discusión

Estudios clonales del euglenoide fotosintético ***C. vesiculosum*** demostraron varias fases de su ciclo de vida por Rosowski & Kugrens (1973) los cuales tambien han sido reconocidos en las poblaciones naturales de Puerto Viejo, como las células libres muy activas que exhibieron polimorfismo y metabolia seguidas por su gradual fijación en *Cyclops sp.* Según Leedale (1967) y Graham & Wilcox (2000) durante la fase de crecimiento estacionario las células de *Colacium* están conectadas por pedúnculos mucilaginosos bifurcados que surgen del reservorio anterior formando una colonia dendroide. Sin embargo, la célula sésil puede desarrollar el flagelo locomotor y ser liberada del estuche como célula libre que puede volver a fijarse por su extremo anterior. En cada muda del hospedero las células fijadas de *C. vesiculosum* son desprendidas con la exuvia de tal manera que la nueva cutícula será colonizada posteriormente. También se ha demostrado que la herbivoría de *Daphnia laevis* en células libres de *C. vesiculosum* mejora su performance y que la cutícula de pulgas vivas es preferida en comparación con las exuvias (Bartlett & Wiley 1998).

La liberación de materia orgánica (carbohidratos) en euglenoides implica la participación de una serie de estructuras como cuerpos muciferos (mucocistos), reservorio, poros peliculares y gránulos bifásicos. Estos últimos están asociados con la formación del pedúnculo en *Colacium*. *C. vesiculosum* ha demostrado que la mineralización externa en su matriz orgánica formada por los cuerpos mucíferos se presenta en la regiones basales de los pedúnculos y uniones de los almohadillados mucilaginosos de las uniones. Willey (1984) investigó la ultrastructura de *C. calvum*, especie epibiótica en *Daphnia middendorfiana*, *D. pulex* y *D. laevis*, con énfasis en los gránulos bifásicos que ocupan 10% de la parte anterior de la célula y que exhiben características de mucocistos generados por el sistema de Golgi. Ellos liberan el material mediante los poros, siendo el estímulo para la liberación de su contenido el contacto físico con el hospedero facilitando el fenómeno de adhesión de las células mótiles.

C. vesiculosum puede formar grupos palmeloides sobre su hospedero cuando es epizoica en microcrustáceos. De esta manera, permanece en condición palmeloide conforme las células se dividen sobre la cutícula de artropodos acuáticos. Sin embargo, ellos no pueden llegar a estar cubiertas por mucílago según Rosowski & Kugrens (1973). En las células *C. vesiculosum* de P. Viejo no se reconoció la formación palmeloide probablemente debido al corto periodo de fijación que tenían las poblaciones naturales.

Según Chapman & Waters (1992) la mayoría de reportes de algas epizoicas involucra a invertebrados. Las especies de *Colacium* pueden unirse a una superficie demostrando su selectividad a diferencia de *Euglena*, siendo *C. vesiculosum* el que tiene una selección de sustrato mayor dentro de los invertebrados (Threlkeld et al., 1993; Al-Dhaheri & Willey 1996) como se corroboró con la cepa de *C. vesiculosum* de P. Viejo. *Colacium calvum* es específica del cladocera *Daphnia* mientras que *Colacium libellae* logró establecerse en el interior de larvas. *C. libellae* vive en el recto de la larva *Ischnura verticalis* y *Anomalagrion hastatum* constituyendo un tapón formado por células esféricas palmeloides rodeadas de masa amorfa de mucílago. Estas células se pueden activan y adquieren la forma elongada característica de las células mótiles, algunas similares a las que desarrollan pedúnculo formando colonias ramificadas y pedunculadas (Chapman & Waters 1992). Sin embargo, *C. vesiculosum* no se estableció en larvas (Rosowski & Willey, 1975). *C. vesiculosum* de Puerto Viejo también desarrolló formas redondeadas y elongadas cuando se diferenciaban como epibionte que constituye la fase dominante de este euglenoide.

Ciertas microalgas parecen estimular el crecimiento de bacterias en su superficie y otras parecen obtener beneficios similares viviendo sobre la superficie del zooplancton.

En la mayoría de casos las superficies de crecimiento epibiónticas no son perjudiciales aunque los epibiontes pueden ser tan numerosos que abruman o ensombrecen a los organismos que sirven de sustrato. Este evento se soluciona con la muda del exoesqueleto del hospedero y cuando el alga produce células flageladas reproductivas que pueden encontrar otro sustrato (Graham & Wilcox, 2000). En P. Viejo, los individuos *Cyclops sp.* se presentaron ensombrecidos parcialmente por el euglenoide epibionte.

Entre las especies de *Colacium* próximas a *C. vesiculosum* tenemos a *C. mucronatum*. Entre las especies de *Colacium* que Rosowski & Willey (1975) cultivaron, *C. mucronatum* fue la más cercana en dimensiones a la cepa de *C. vesiculosum* de Puerto Viejo, alcanzando las células adheridas pedunculadas de 32 a 45 um de longitud en fase estacionaria mientras que el promedio de células mótiles fue de 29 um (25 – 41 um) de longitud por 11 um (9 – 14 um) de diámetro. Sin embargo, entre las cepas cultivadas de *C. vesiculosum* de Rosowski (clon 9), de Pringsheim (IUCC LB 1315) y de Gottingen 1211/1 las células pedunculadas con una longitud máxima de 25 a 33 um de longitud fueron muy próximas ε naño a la cepa *C. vesiculosum* de P. Viejo (11 – 27 um de longitud). El crecimiento

de las cepas de *C. vesiculosum* en diferentes medios de cultivo reveló la plasticidad morfo-fisiológica de los clones que se evidenció también en la cepa de Puerto Viejo especialmente durante el movimiento euglenoide. Entre las características reconocidas por Rosowski & Willey (1975) tenemos la porción terminal aguda de *C. mucronatum*. Sin embargo, los ápices agudos tambien se reconocieron en las formas fusiformes sésiles de *C. vesiculosum* de P. Viejo.

De acuerdo con Brown et al (2003) la morfología, ultraestructura y desarrollo del plastidio de *C. vesiculosum* es diferente al de *C. mucronatum*. En *C. vesiculosum* los cloroplastos son caracterizados por un pirenoide que no es constricto en el extremo proximal sobresaliendo hacia el centro de la célula. Además las lamelas de los tilacoides penetran a traves de la matriz del pirenoide. En *C. mucronatum* los cloroplastos son altamente constrictos en el extremo proximal que semeja a un cuello y son mucho mas elongados. Los cloroplastos discoidales de *C. vesiculosum* y *C. mucronatum* poseen un pirenoide que sobresale asimétricamente hacia el centro de la célula y esta cubierta por una capa grande de paramilón que se acomada a la forma del pirenoide. Según la arquitectura del pedúnculo del pirenoide, el morfotipo del pirenoide en *C. vesiculosum* corresponde a pirenoides que mas bien carecen de proyección pedunculada siendo el pirenoide tan amplio en el extremo terminal como en el distal (sin constricción en extremo proximal del pirenoide).

C. vesiculosum ha sido registrada en pozas de oxidación formando floraciones algales según Matviyenko (1972). Los hábitats colonizados por la cepa de P. Viejo son eutróficos debido a la descomposición de materia orgánica proveniente principalmente de vegetación macrofítica, macroalgas como la presente en Laguna La Bruja y poza Lagartija así como de la poza Batis.

Colacium vesiculosum y *Cyclops sp*. constituyen un modelo de interacción hospedero - epibionte donde la planta puede conseguir protección contra la predación y utilizar los productos excretados. La interacción biótica euglenoide – copépodo con diversas propiedades metabólicas y morfológicas demostró un grado de mutua compatibilidad entre las partes que puede estimular la sobrevivencia y la magnitud de la ganancia mutua conseguida de la estabilidad asociativa. Por consiguiente, dentro de la flora algal simbionte *C. vesiculosum* constituye nuevo registro de euglenoide para nuestro país siendo reportada para los humedales costeros centrales.

Literatura citada

Al-Dhaheri, R. S. & R. L. Willey. 1996. Colonization and reproduction of the epibiotic flagellate *Colacium vesiculosum* (Euglenophyceae) on *Daphnia pulex*. J. of Phycology 32:770–774.

Bartlett, R. & R.Wiley. 1998. Epibiosis of *Colacium* on *Daphnia*. Symbiosis. 25:291-299.

Brown, P. J., B. Zakrys & M. A. Farmer. 2003. Plastid morphology, ultrastructure, and development in *Colacium* and the loricate euglenophytes (Euglenophyceae). J. Phycol. 39:115–121.

Canter–Lund, H. & J. W. Lund. 1995. Freshwater Algae their microscopic world. Biopress Ltd. Bristol, England. 360p.

Chapman, R. L. & D. A. Waters. 1992. Epi and endobiotic chlorophytes. In Algae and Symbioses: Plants, animals, viruses, interactions explored. W. Reisser ed. 619-639p. Biopress Limited, Bristol, England.

Dillard, G.E. 2000. Freshwater algae of the Southeastern United States. Part 7. Pigmented Euglenophyceae. Bibliotheca Phycologica. Band 106. 135p. Pls. 1-20. J. Cramer. Berlin.

Graham, L.E. & L.W. Wilcox. 2000. Algae. Prentice Hall, Inc. N. Jersey. USA. 154–168p.

Huber–Pestalozzi, G. 1955. Die Binnengewässer. Das Phytoplankton des Súbwassers, Systematik und Biologie. Band XVI. 4.Teil. Euglenophyceen. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchlandlung. Stuttgart. 1135p.

Leedale, G. 1967. Euglenoid Flagellates. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs. N.J. 242 p.

Lind, O.T.1979. Handbook of common methods in Limnology. The C.V. Mosby Co.199p.

Matviyenko, A. M. 1972. Epizoic algae in sewage. Hydrobiological Journal 8(2): 41-45.

Reisser, W. 1992. Algae and Symbioses: Plants, animals, viruses, interactions explored. Biopress Limited, Bristol, England. 746p.

Fig. 1. Vista panorámica de los humedales de Puerto Viejo, departamento de Lima. Laguna La Bruja en la parte anterior al lado izquierdo de la antigua Panamericana Sur parcialmente inundada en invierno. Laguna Red al lado derecho de la antigua Panamericana Sur en dirección hacia el Océano Pacífico. **Fig. 2**. Orilla de poza de Lagartijas formada en borde derecho de laguna La Bruja con fondo arenoso e individuos de *Distichlis spicata* «grama salada» parcialmente sumergidos al inundarse el lecho seco de la laguna (verano y otoño); **Fig. 3**. Células de *Colacium vesiculosum* libres o formando agregados mucilaginosos unidos por sus ápices. Par de células desprendidas del hospedero en la parte inferior izquierda con pedúnculo corto y disco de adhesión.

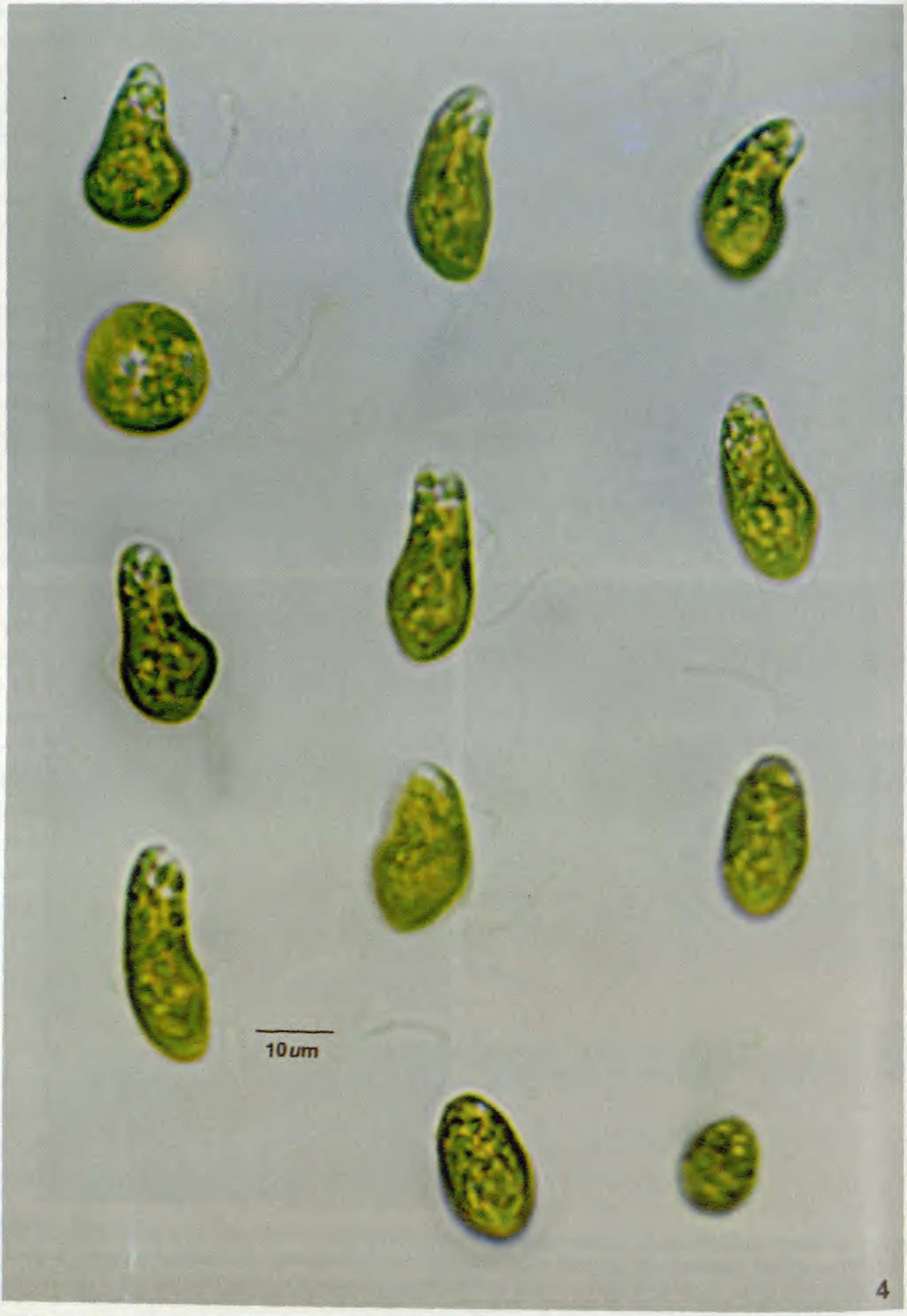

Fig. 4. Floración del euglenoide fotosintético *Colacium vesiculosum* de poblaciones naturales en poza de Lagartijas de Laguna La Bruja. Células con flagelo emergente exhibiendo su polimorfismo durante el movimiento euglenoide (metabolia).

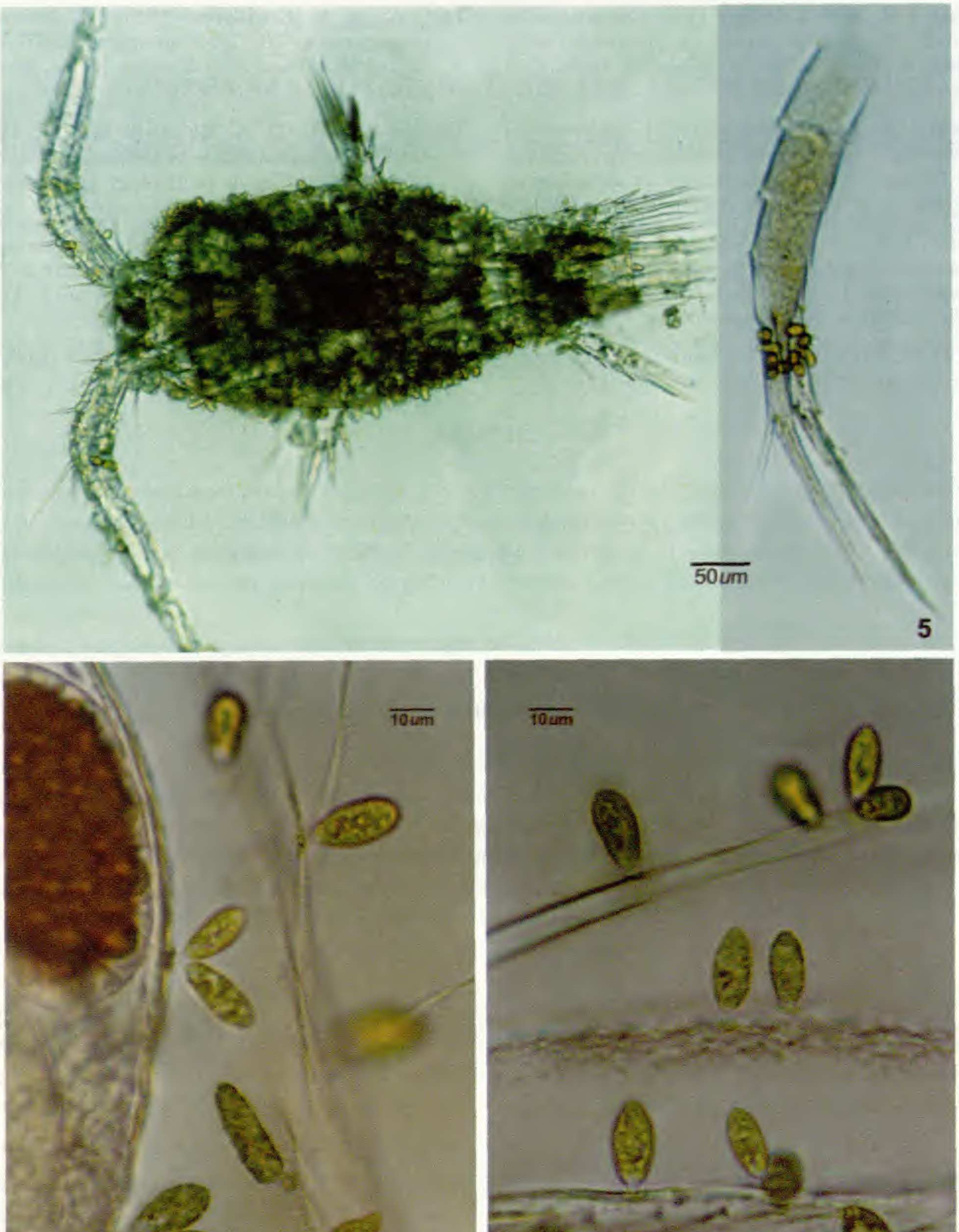

Fig. 5. Microcrustaceo hospedero *Cyclops sp.* (Copepoda) con exoesqueleto del cuerpo y de diversos apéndices cubiertos parcialmente por células verdosas sésiles de *Colacium vesiculosum*. **Fig. 6.** Células epibiontes aisladas de *C. vesiculosum* mostrando el pedúnculo corto y células en pares con pedúnculos dicotómicos fijos al cuerpo y apéndices del hospedero mediante un minidisco de adhesión. Formas celulares variables adheridas por su parte apical anterior; **Fig. 7.** Diversas células del epibionte con pedúnculo mucilaginoso sobre apéndices de *Cyclops sp.*

Rosowski, J. R. & R. L. Willey. 1975. *Colacium libellae* sp.nov. (Euglenophyceae), a photosynthetic inhabitatnt of the larval damselfly rectum. J. Phycol. 11 (3):310–315.

Rosowski J. R. & P. Kugrens (1973). Observations on the euglenoid *Colacium* with special reference to the formation and morphology of attachment material. J. of Phycology. 9:370–383.

Rosowski, J. R. 2003. Photosynthetic Euglenoids. In Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification. J. D.Wehr & R.G. Sheath. eds. 383–422p. Academic Press. Amsterdam.

Taylor, D. L. 1973. The cellular interactions of algal - invertebrate symbiosis. Adv. Mar.Biol. 11:1-56.

Tell, G. & V. Conforti. 1986. Euglenophyta pigmentadas de la Argentina. Bibliotheca Phycologica. Band 75. J. Cramer. Berlin. Stuttgart. 293 p.

Threlkeld, S. T., D. A. Chiavelli & R. L. Willey. 1993. The organization of zooplankton epibiont communities. Trends in Ecology and Evolution. 8:317–321.

Walne, P.L. 1980. Euglenoid Flagellates. In Phytoflagellates. E. R. Cox ed. 165–212p. Developpments in Marine Biology. Vol.2. Elsevier North Holland, Inc.

Willey, R. L. 1984. Fine structure of the mucocysts of *Colacium calvum* (Euglenophyceae). J. Phycol. 20:426-430.